

De rol van procesautomatisering bij rioolwaterzuivering

Bepalende ontwikkelingen

Bij het ontwerp, de bouw en de bedrijfsvoering van rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) moet rekening worden gehouden met verscherpte milieueisen. Zo zijn er bij Algemene Maatregel van Bestuur voor nutriënten (fosfor- en stikstofverbindingen) nieuwe effluentnormen vastgesteld. De meeste van de huidige rwzi's voldoen hier nog niet aan en naar verwachting zullen bij conventionele uitbreiding, zeer grote investeringen nodig zijn.



IR. A. H. LOBBRECHT
DHV Water BV



IR. R. J. VAN DER KUIJ
DHV Water BV

In de nota 'Toekomstige generatie rwzi's; rwzi 2000' [1], zijn de kenmerken van toekomstige zuiveringsinrichtingen omschreven met de kernbegrippen: compactere opzet, minder slibproductie, nutriëntenverwijdering, geavanceerde instrumentatie en kostenverlaging. Naast wijzigingen in het ontwerp zal de bedrijfszekerheid van rwzi's een steeds belangrijker onderwerp van aandacht worden. Alleen bedrijfszekere zuiveringsinrichtingen garanderen de continuïteit van een constant goede effluentkwaliteit. Met het oog op de genoemde ontwikkelingen is er in de komende jaren behoefte aan rwzi's met een hoog verwijderingsrendement en een grote bedrijfszekerheid. Om zuiveringsinrichtingen op efficiënte wijze te kunnen bedrijven, moet in sterke mate gebruik worden gemaakt van procesautomatisering. Dit is aanleiding voor veel waterkwaliteitsbeheerders om te onderzoeken hoe automatiseringstechnieken kunnen worden ingezet voor verdere optimalisering met beperkte aanpassing van hun bestaande rwzi's.

Huidige stand van de techniek

Procesautomatisering op rwzi's is niet nieuw. Bij het ontwerp van zuiveringsinrichtingen gaat men al geruime tijd uit van automatisch bedrijf en het zoveel mogelijk autonoom laten functioneren van procesonderdelen. Aanvankelijk werden deze besturingen in de inmiddels klassieke relaistech-

Samenvatting

Vele ontwikkelingen zullen het actieve waterkwaliteitsbeheer de komende jaren bepalen. Verscherpte effluenteisen maken ombouw van de huidige rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi's) naar inrichtingen met een hoger zuiveringsrendement noodzakelijk en vereisen daardoor een nauwkeurige procesbeheersing. Het nauwlettend volgen en sturen van het verloop van het zuiveringsproces kan op efficiënte wijze met procesautomatisering worden bewerkstelligd. Automatische besturing op basis van on-line meting van kwaliteitsparameters, biedt de mogelijkheid om het zuiveringsproces veel beter te beheersen dan voorheen mogelijk was. Automatisering van het zuiveringsproces opent daarnaast interessante mogelijkheden voor onbemand bedrijf van vooral kleine rwzi's. Bewaking en bediening van deze zuiveringsinrichtingen kunnen worden uitgevoerd vanuit andere lokaties, bijvoorbeeld vanuit grotere rwzi's.

De hoge eisen die tegenwoordig worden gesteld aan betrouwbare procesbeheersing, vragen om een integrale aanpak van het ontwerp van rwzi's. Hierbij wordt de wijze waarop procesautomatisering wordt aangewend, al in een eerste stadium van een nieuwbouw- of uitbreidingsproject onderzocht en vastgelegd. Het hiertoe op te stellen document wordt het 'masterplan procesautomatisering' genoemd. Het masterplan schetst een eenduidig kader voor de wijze waarop procesautomatisering voor alle rwzi's binnen een beheersgebied het meest efficiënt kan worden uitgevoerd.

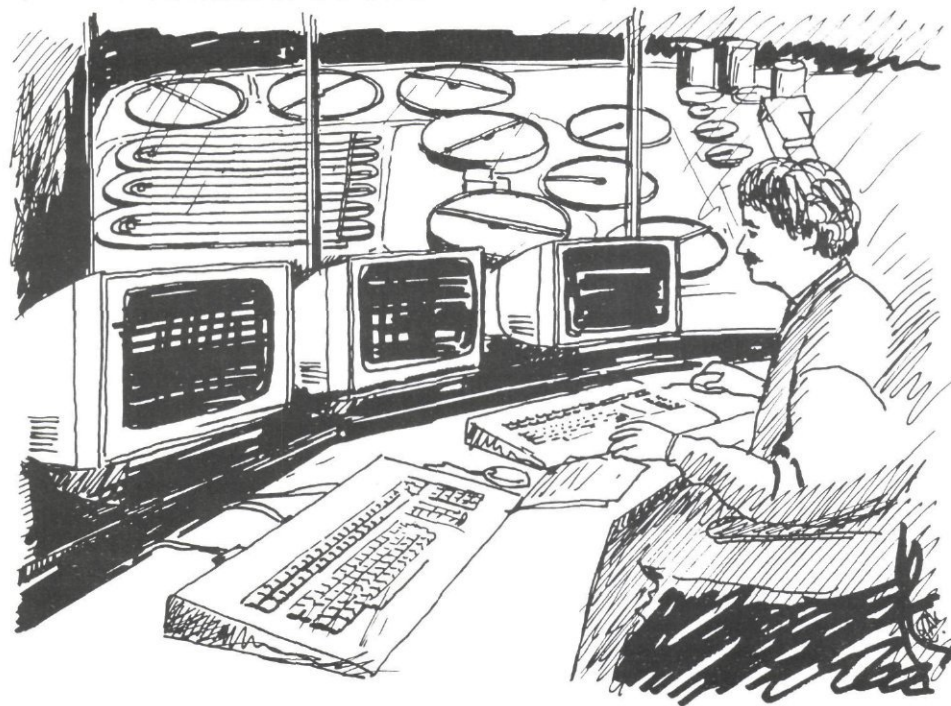
uitgevoerd. Tegenwoordig hebben relais-systemen plaatsgemaakt voor PLC-systemen (Programmable Logic Controllers). Belangrijke voordelen van besturing met behulp van PLC's ten opzichte van relaissystemen, zijn de veel flexibelere inzet en de mogelijkheden om complexe regelingen op relatief eenvoudige wijze te realiseren.

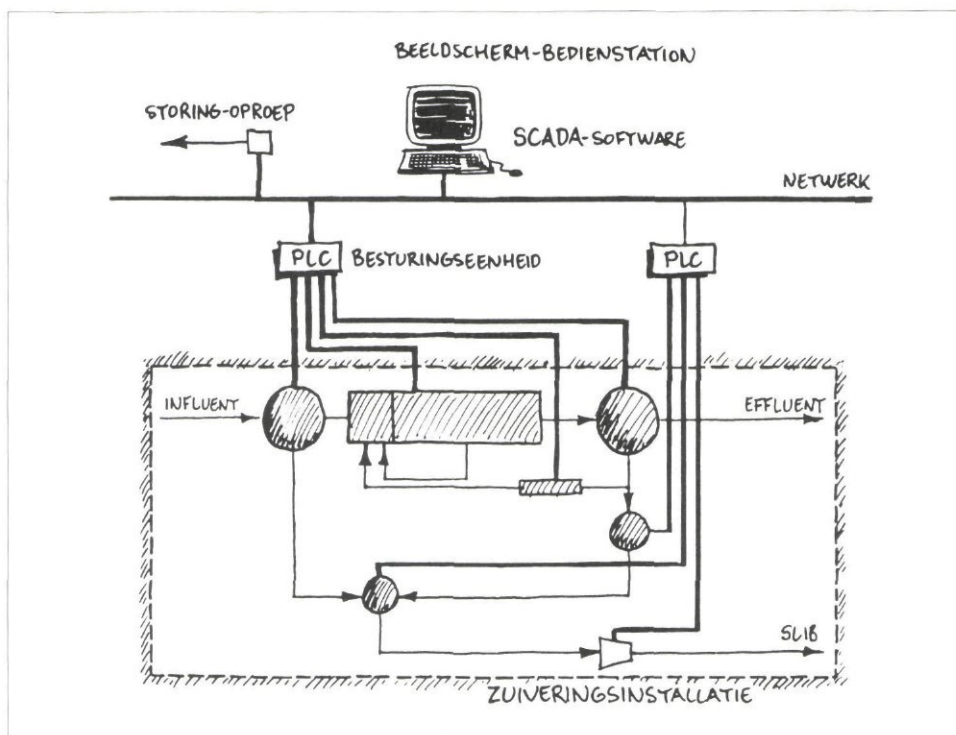
PLC's lenen zich bij uitstek voor het op integrale wijze besturen van het zuiveringsproces. De procesonderdelen die elkaar onderling beïnvloeden, kunnen

in samenhang worden beschouwd en vanuit een centraal punt worden gestuurd. Een voorbeeld van een dergelijke (multi-variabele) sturing is het verdelen van aërobe, anoxische en anaërobe zones in actief-slibinstallaties, op basis van bijvoorbeeld de redoxpotentiaal of het nitraatgehalte in het actief slib. Voorts vergroten PLC's de mogelijkheden voor goede bewaking en effectief ingrijpen in situaties waarin er afwijkingen van de gewenste procesomstandigheden optreden.

PLC-systemen, aangesloten op centraal

Afb. 1 - Beeldscherm-bedienstations in een centrale ruimte met uitzicht op de rwzi.





Afb. 2 - Voorbeeld systeemconcept voor de besturing van een rwzi.

opgestelde computers, geven de mogelijkheid tot inzameling en opslag van procesgegevens. Op basis van deze procesgegevens kan de werking van de rwzi worden geanalyseerd. Daarnaast kan worden voorzien in het automatisch rapporteren van opgetreden procesomstandigheden.

Het overzicht van het functioneren van de zuiveringsinrichting wordt tegenwoordig verkregen via een computerbeeldscherm. Bedieningen vinden plaats via een toetsenbord of een muis (zie afb. 1). Op het beeldscherm wordt het zuiveringsproces schematisch weergegeven met behulp van beeldplaatjes. Op deze plaatjes is actuele informatie zichtbaar van bijvoorbeeld: de stand van afsluiters, waterstanden, debieten, energieverbruik, zuurstofgehalten, nitraatgehalten, etc. Ook voorkomende storingen in de rwzi worden op het beeldscherm gepresenteerd. Computers met deze functionaliteit worden ook wel aangeduid als beeldscherm-bedienstations (zie afb. 2). Deze zijn hiertoe uitgerust met speciale software, de zgn. SCADA-software (Supervisory Control and Data Acquisition).

Beeldscherm-bedienstations zijn veelal met de PLC's verbonden via een communicatienetwerk. De besturingen en signaleringen worden geheel door de PLC's verzorgd, terwijl de informatie over het verloop van het proces via het netwerk

wordt doorgegeven aan één of meer beeldscherm-bedienstations. In geval van storing wordt de bedrijfsvoerder gewaarschuwd op de rwzi of elders via een telefonische oproep. Met behulp van printers worden automatisch rapporten en storingsprotocollen afgedrukt.

Besturing van rwzi's

Automatische besturing en bewaking, gecombineerd met storingsafhandeling vormt een essentieel uitgangspunt voor het goed functioneren van de moderne rwzi. De eisen die worden gesteld aan het proces en aan de effluentkwaliteit zijn tegenwoordig veel strenger dan voorheen. Daarom is het bij de moderne rwzi noodzakelijk dat iedere afwijking van de gewenste toestand onmiddellijk wordt vastgesteld, zodat er kan worden bijgestuurd.

Voor het vaststellen van afwijkingen van de gewenste toestand zijn bij voorkeur on-line metingen nodig. De moderne rwzi voorziet hiertoe, naast zuurstofmeting, ook in nitraat-, ammonium-, redox-, slibgehalte-, troebelheid- en fosfaatmeting. Dezer dagen is veel onderzoek gericht op het bepalen van de wijze waarop de zuiveringsprocessen zo optimaal mogelijk kunnen worden gestuurd, waarbij rekening wordt gehouden met de dynamische belasting van de rwzi [2, 3]. Het blijkt dat de wijze waarop het beste kan worden gestuurd, hoofdzakelijk wordt bepaald door de steeds veranderende

omstandigheden in de aanvoer naar de rwzi. On-line meting en sturing zijn daarom vooral interessant op rwzi's met een wisselende belasting. Op inrichtingen waarbij het rioolwater gedurende 24 uur per dag gelijkmatig wordt aangevoerd, is een relatief eenvoudige regeling op basis van het zuurstofgehalte veelal voldoende. Naast directe metingen en sturingen kunnen ook meer geavanceerde regelingen worden overwogen, waarbij gebruik wordt gemaakt van bijvoorbeeld on-line simulaties en/of kennissystemen. Gezien de huidige ontwikkelingen mag worden verwacht dat dergelijke toepassingen in de nabije toekomst hun intrede zullen doen.

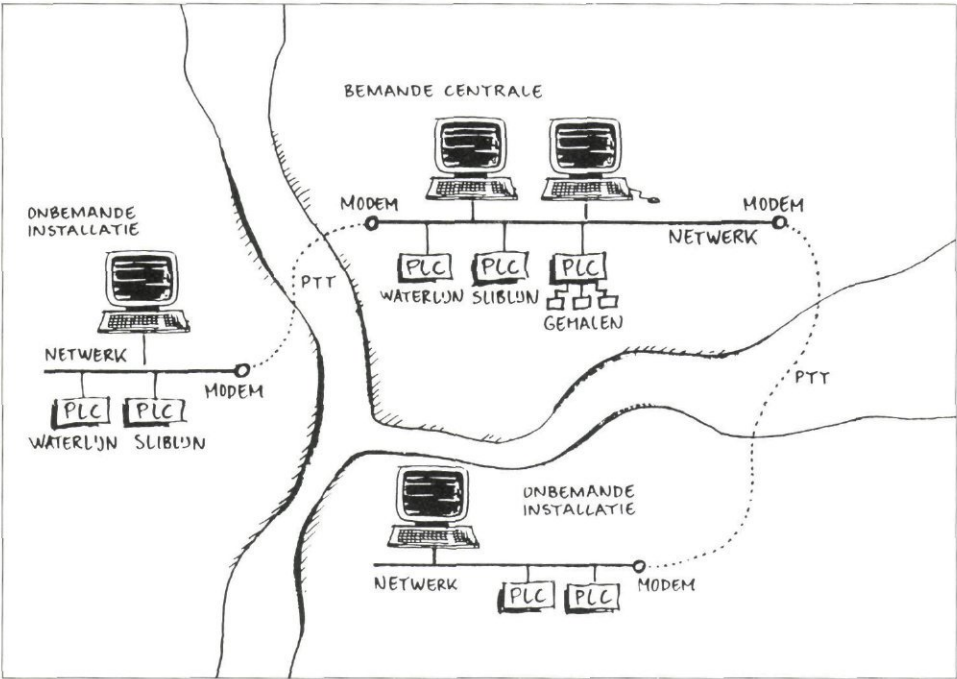
Besturing van toevoerende rioolgemalen

Het automatiseringssysteem van een rwzi kan ook worden gebruikt voor de besturing van gemalen die het rioolwater aanvoeren. Deze gemalen worden van oudsher geregeld op basis van het water-niveau in de aangesloten rioolstelsels. Door deze gemalen vanuit de rwzi te besturen ontstaan mogelijkheden om de belasting van de rioolstelsels en de rwzi onderling af te stemmen. Onder droogweeromstandigheden kan de capaciteit van de toevoerende gemalen worden beperkt, waardoor een meer gelijkmatige belasting van de rwzi wordt gerealiseerd. Afhankelijk van de configuratie van de zuiveringsinrichting, kan hiermee een beter zuiveringsrendement worden behaald.

Er is op het moment op diverse plaatsen onderzoek gaande naar de mogelijkheden van sturing van rioleringssystemen en vooral de beheersing van de regenweerafvoer. Het doel van met deze onderzoeken ontwikkelde technieken, is het beperken van de overstorting uit rioolstelsels op het oppervlaktewater en daarnaast het zorgdragen voor een betere afstemming binnen het gecombineerde systeem van riolering en rwzi [4, 5]. Daarnaast krijgen op het ogenblik de eerste gedachten vorm, van een meer integrale benadering, waarbij de gezamenlijke invloed van riolering en rioolwaterzuivering op het ontvangende oppervlaktewater, in beschouwing wordt genomen.

Regionalisatie

Volgens de huidige inzichten en mogelijkheden omvat het automatiseringsconcept van een rwzi decentrale besturing van procesonderdelen en centrale bediening. Bewaking en bediening worden hierbij uitgevoerd vanuit één plaats.



Afb. 3 - Regionalisatie: één bemande centrale, van waaruit andere installaties worden bewaakt en bediend.

Moderne automatiseringssystemen bieden de mogelijkheid om de functionaliteit van het bewaken en bedienen via telefoon verbindingen te verleggen naar een andere lokatie. Die andere lokatie kan bijvoorbeeld zijn: een andere rwzi, het hoofdkantoor of zelfs bij de bedrijfsvoerder thuis.

Afstandsbediening en bewaking kunnen worden gerealiseerd door de andere lokatie ook uit te rusten met een beeldscherm-bedienstation, dat met behulp van modems op het netwerk van de rwzi wordt aangesloten (zie afb. 3).

Uiteraard moeten in een dergelijke situatie de nodige veiligheidsmaatregelen worden genomen, zodat alleen bevoegde personen toegang krijgen tot het netwerk en de hieraan gekoppelde systemen.

Afstandsbediening en bewaking openen de mogelijkheid van onbemand bedrijf. In deze situatie, ook wel aangeduid met regionalisatie, is er op kleine rwzi's in principe geen bedienend personeel aanwezig. Wel blijven natuurlijk de gangbare onderhoudswerkzaamheden noodzakelijk.

Procesdynamica en optimalisatie

De huidige automatiseringstechnieken dragen bij aan het tot stand komen van daadwerkelijk compacte rwzi's met een hoog zuiveringsrendement. Daarbij is het echter van belang al in de ontwerpfase van rwzi's rekening te houden met de mogelijkheden van sturing.

Voorheen werd bij het ontwerp uitgegaan van een min of meer statische belasting van de rwzi. Tegenwoordig vereist de

nauwkeurige procesbeheersing dat er rekening wordt gehouden met dynamische processen in de zuiveringsinrichting. Hiertoe worden computerprogramma's gebruikt die de processen op dynamische wijze simuleren en waarmee gehele zuiveringsinrichtingen overeenkomstig de werkelijkheid kunnen worden nagebootst. Een voorbeeld van een dergelijk programma is het biologische rekenmodel STREAM®, dat onder meer is gebaseerd op het IAWPRC-model en het UCT-model [6].

Met dit model kan als functie van een opgegeven sturingsscenario het dyna-

mische verloop van biologische variabelen in een rwzi worden geanalyseerd (zie afb. 4). Met deze werkwijze kan voor ieder willekeurige zuiveringsinrichting elk sturingsscenario worden opgesteld en op effectiviteit worden getoetst.

Betrouwbare metingen vormen een voorwaarde voor het sturen op kwaliteitsparameters zoals ammonium en nitraat. Dit is, zeker bij het meten in rioolwater, een moeizame kwestie. De benodigde instrumentatie wordt echter steeds bedrijfszekerder en nauwkeuriger, zodat deze ook steeds effectiever kan worden toegepast.

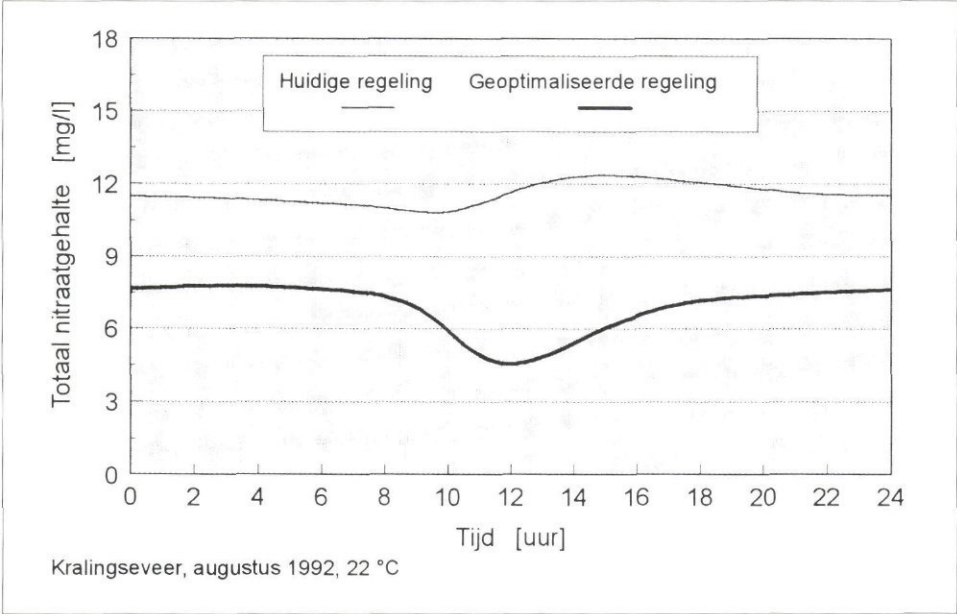
Nieuwe ontwerp aanpak

Procesoptimalisatie met behulp van moderne besturingssystemen vraagt om een nieuwe aanpak van het ontwerp van rwzi's. Het is van belang om al in een vroeg stadium de meet- en regeltechniek en de daarmee verwante specialismen, te betrekken in het technologisch ontwerp.

De keuze voor een bepaalde proces-technologische variant kan immers afhankelijk zijn van de beschikbare instrumentatie en besturingstechnieken.

De nieuwe aanpak kenmerkt zich door het hand in hand gaan van procestechnologie, informatietechnologie en besturingstechniek. Om het ontwerp van zuiveringsinrichtingen volgens deze aanpak te effectueren, is bij DHV Water een speciale werkmethode ontwikkeld. Hierbij wordt instrumentatie, besturing en automatisering (Eng: Instrumentation, Control and Automation, ook wel ICA) een centrale rol toebedeeld. Deze rol van ICA

Afb. 4 Dynamische simulatie: het effect van optimalisatiemaatregelen op het totaal nitraatgehalte van het effluent [3].



is in alle projectfasen van belang, vanaf systeemkeuze en conceptueel ontwerp, tot en met de bedrijfsvoering.

Veel van de keuzen die te maken hebben met procesautomatisering werden voorheen gemaakt tijdens het definitief ontwerp en in de bestekfase. Door de sterke samenhang tussen proces en besturing, is het echter van belang om ruim voor deze fasen vast te leggen, op welke wijze gestuurd en geautomatiseerd moet worden. Dit gebeurt in het zgn. masterplan procesautomatisering. Omdat het masterplan een essentiële schakel vormt in het vaststellen van een eenduidige visie op procesautomatisering binnen de organisatie van de waterkwaliteitsbeheerder, worden in het navolgende enkele hoofdpunten uit een dergelijk plan toegelicht.

Masterplan procesautomatisering

Het masterplan is een document waarin een beleidsmatige visie wordt gegeven op de wijze waarop procesautomatisering moet worden toegepast. Het schetst hiermee een kader van uitgangspunten en randvoorwaarden die moeten gelden voor bestaande en nieuwe zuiveringsinrichtingen van de waterkwaliteitsbeheerder.

Het masterplan geeft antwoord op vragen die betrekking hebben op de vorm van het toekomstige actieve beheer en de wijze waarop regionalisatie wordt ingevuld (afstandsbediening, onderhoud, storingsdiensten).

Verder wordt vastgesteld waar het efficiënt is om met standaardoplossingen te werken. Dergelijke standaards kunnen betrekking hebben op de wijze van bedienen, regelen, hardware, software, etc. Bij automatisering en onbemand bedrijf moeten meer (meet)gegevens worden opgeslagen en gecontroleerd dan voorheen nodig was. Het masterplan geeft aan welke procesinformatie hiervoor in aanmerking komt en hoe de verdere overdracht van informatie plaatsvindt naar de verschillende organisatorische geledingen (laboratorium, onderzoek, etc.).

Voorts is er aandacht voor de wijze waarop procesautomatisering wordt uitgevoerd, waarbij onder andere aspecten van apparatuurkeuze worden belicht. Tenslotte geeft het masterplan een beeld van het realisatietraject, waarbij organisatorische aspecten aan de orde komen, zoals uitvoeringsfasering, systeembeheer en operator-training.

Bij het opstellen van het masterplan moeten veel keuzen worden gemaakt die

betrekking hebben op het actieve waterkwaliteitsbeheer. Deze keuzen moeten op zorgvuldige wijze door de waterkwaliteitsbeheerder worden gemaakt. Het blijkt een succesvolle werkwijze om hiertoe een Stuurgroep Procesautomatisering te formeren. Een dergelijke stuurgroep bestaat uit vertegenwoordigers uit diverse geledingen van de organisatie.

Conclusies

Procesautomatisering is een 'must' gezien de hoge eisen die worden gesteld aan het toekomstige functioneren van rwzi's. Voor een verantwoord ontwerp van moderne rwzi's is het noodzakelijk om rekening te houden met de dynamische aspecten van het zuiveringsproces. Hiervoor kunnen dynamische simulatieprogramma's worden gebruikt. Met deze programma's kunnen op relatief eenvoudige wijze de mogelijkheden van processturing worden vergeleken en op hun effectiviteit worden getoetst. Zo kunnen voor verschillende bedrijfsvoeringstechnische omstandigheden, sturingsscenario's worden bepaald. Er is voor het ontwerpen van moderne rwzi's een nieuwe werkwijze vereist, waarbij er in alle ontwerpfasen een sterke samenhang is tussen processtechniek, informatietechniek en besturingstechniek. Om procesautomatisering op efficiënte wijze te kunnen invoeren, is het noodzakelijk om vroegtijdig in een plan vast te leggen wat de uitgangspunten en randvoorwaarden zijn voor bedrijfsvoering, procesvoering, informatievoorziening, onderhoud en beheer. Dit zgn. masterplan moet bij voorkeur eenmalig voor alle rwzi's van een waterkwaliteitsbeheerder worden opgesteld.

Literatuur

1. STORA. Toekomstige generatie rioolwaterzuiveringsinrichtingen; rwi's 2000. Onderzoeksplan.
2. STOWA (1992). Stikstofverwijdering uit interne stromen van rwi's. Eindrapport.
3. Kuij, R. J. van der en Bentum, A. G. N. van (1993). *Simulatie; spel of realiteit?* H₂O (26) 1993, nr. 20, p. 583-587.
4. Nelen, F. (1992). *Optimized control of urban drainage systems*. TU-Delft, ISBN 90 9005144 9.
5. Hartong, H. and Lobbrecht, A. (1992). *Applications of Operations Research to Real Time Control of Water Resources Systems. Proceedings of the Third European Junior Scientist Course, Formerum, Terschelling, the Netherlands*. PREDICT.
6. Sewage Treatment Model. (1992). DHV Water BV.

● ● ●

Natuurterreinen

• Slot van pagina 309

Conclusie

Tot nu toe ontbrak een methode om de verdroging van natuurterreinen eenduidig en kwantitatief vast te stellen. De bepaling van de mate van verdroging is nu meestal gebaseerd op de interpretatie van veranderingen in de vegetatie en op deskundigenoordeel. Voor het signaleren van het verdrogingsprobleem kan hiermee misschien worden volstaan, maar voor de verdere invulling van het beleid en voor de evaluatie van het anti-verdrogingsbeleid zijn betrouwbaardere kwantitatieve methoden nodig. We denken dat de door ons ontwikkelde methode daartoe een goede aanzet geeft. Hoewel op sommige punten nog verbeteringen of aanvullingen nodig zijn (bij de verdrogingsrelatie voor de inlaat van gebiedsvreemd water bijvoorbeeld), is de methode ver genoeg ontwikkeld om al in de praktijk gebruikt te worden. We zouden daarom willen pleiten voor het toepassen van de methode bij het monitoren van anti-verdrogingsprojecten, en meer in het algemeen, bij het volgen van de verdrogings situatie in de Nederlandse natuurgebieden.

Literatuur

1. RIVM (1988) (red. F. Langeweg). *Zorgen voor morgen. Nationale Milieuerkenning 1985-2010*. Samson HD Tjeenk Willink, Alphen a/d Rijn.
2. Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1989). *Water voor nu en later. 3e Nota Waterhuishouding*. SDU uitgeverij, Den Haag.
3. Projectteam Verdroging (1988). *Verdroging van natuur en landschap in Nederland*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Lelystad.
4. Gool, C. R. van, Groen, C. L. G., Runhaar, J. & Amstel, A. R. van (1990). *Verdroging van natuur in Nederland. Deel 1: inventarisatie van de omvang van het probleem*. Landschap 7: 145-163.
5. Adriaanse, A. (1990). *Milieukerngegevens Nederland. Kerngegevens vanuit het milieubeleid*. Ministerie van VROM.
6. Rolf, H. L. M., Runhaar J. & Gieske, J. M. J. (1993). *Milieubeleidsindicator Verdroging. Fase 2a: Ontwikkeling van de methode en toepassing voor acht lokaties in Brabantse natuurterreinen*. TNO rapport OS 93-56A/CML-rapport 101. TNO-IGG, Delft.
7. Vlot J.E. & Lourens, A. (1992). *Milieubeleidsindicator verdroging. Tussenrapportage*. TNO-rapport OS 92-18A. TNO-IGG, Delft.
8. Runhaar, J. (1989). *Toetsing ecotopensysteem: Relatie tussen de vochtindicatie van de vegetatie en grondwaterstanden*. Landschap 6: 129-146.
9. Rolf, H. L. M. en Mey, H. van der (1991). *Grondwatersituatie Drenthe. Een onderzoek naar de kevelsituatie, de trends in grondwaterstand en de mogelijkheden om de situatie te beïnvloeden*. TNO rapport OS 91-29A. TNO-IGG, Delft.
10. Roelofs, J. G. M. (1989, ed.). *Aanvoer van gebiedsvreemd water: Omvang en effecten op oecosystemen*. Katholieke Universiteit, Nijmegen.
11. Sluijs, P. van der (1990). *Grondwatertrappen*. In: *Locher W. P. en Bakker, H. de (eds), Bodemkunde van Nederland, deel 1. Algemene Bodemkunde*. Malmberg, Den Bosch, 2e druk.

● ● ●